n. 8 - L. 12.900 - 6,66 euro

TEORIA

La potenza elettrica

CONTROLLO

Rilevatore di fiamma

Provatransistor NPN

Pulsante con memoria

TECNICA

Comparatore

AUDIO

Scaccia zanzare

Filtro passa basso attivo

LABORATORIO

Consigli e trucchi (II)

IN REGALO in questo fascicolo:

- 4 Molle
- 100 cm. di Cavo marrone
- 1 Resistenza da 4K7, 5%, 1/4 W
- 1 Condensatore ceramico 1 nF
- 1 Condensatore ceramico 10 nF
- 1 Condensatore in poliestere da 100 nF
- 2 Resistenze da 100 K, 5%, 1/4 W
- 1 Condensatore ceramico da 22 nF
- 1 transistor BC558

Peruzzo & C.

9 771129 409005 00008

NUOVO METODO PRATICO PROGRESSIVO

Direttore responsabile:
ALBERTO PERUZZO
Direttore Grandi Opere:
GIORGIO VERCELLINI
Direttore operativo:
VALENTINO LARGHI
Direttore tecnico:
ATTILIO BUCCHI
Consulenza tecnica e traduzioni:
CONSULCOMP s.a.s.
Pianificazione tecnica:
LEONARDO PITTON

Direzione, Redazione, Amministrazione: viale Ercole Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (Mi). Pubblicazione settimanale. Registrazione del Tribunale di Monza n. 1423 dell'12/11/99. Spedizione in abbonamento postale, gr. II/70; autorizzazione delle Poste di Milano n. 163464 del 13/2/1963 Stampa: Europrint s.r.l., Zelo Buon Persico (LO). Distribuzione: SO.DI.P. S.p.a., Cinisello Balsamo (MI).

LABORATORIO DI ELETTRONICA si compone di 52 fascicoli settimanali da collezionare in 2 raccoglitori

RICHIESTA DI NUMERI ARRETRATI

Se vi mancano dei fascicoli o dei raccoglitori per completare l'opera, e non li trovate presso il vostro edicolante, potrete riceverli a domicilio rivolgendovi direttamente alla casa editrice. Basterà compilare e spedire un bollettino di conto corrente postale a PERUZZO & C. s.r.l., Ufficio Arretrati, viale Marelli 165, 20099 Sesto San Giovanni (MI). Il nostro numero di c/c postale è 42980201. L'importo da versare sarà pari al prezzo dei fascicoli o dei raccoglitori richiesti, più le spese di spedizione (L. 3.000). Qualora il numero dei fascicoli o dei raccoglitori sia tale da superare il prezzo globale di L. 50.000 e non superiore a L. 100.000, l'invio avverrà per pacco assicurato e le spese di spedizione ammonteranno a L.11.000. La spesa sarà di L. 17.500 da L. 100.000 a L. 200.000; di L. 22.500 da L. 200.000 a L. 300.000; di L. 27.500 da L.300.000 a L. 400.000; di L. 30.000 da L. 400.000 in su. Attenzione: ai fascicoli arretrati, trascorse dodici settimane dalla loro distribuzione in edicola, viene applicato un sovrapprezzo di L.1.000, che andrà pertanto aggiunto all'importo da pagare. Non vengono effettuate spedizioni contrassegno. Gli arretrati di fascicoli e raccoglitori saranno disponibili per un anno dal completamento dell'opera.
IMPORTANTE: è assolutamente necessario specificare sul bollettino di c/c postale, nello spazio riservato alla causale del versamento, il titolo dell'opera nonché il numero dei fascicoli e dei raccoglitori che volete ricevere.

AVVISO AGLI EDICOLANTI DELLA LOMBARDIA

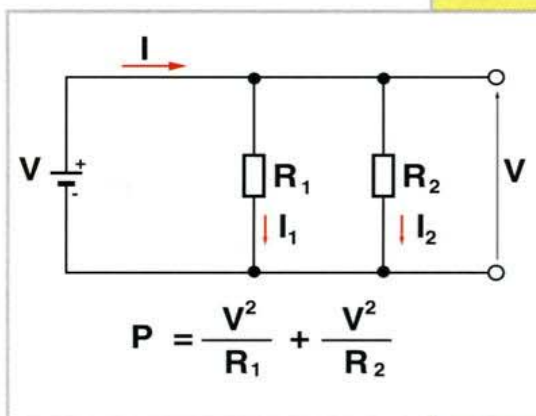
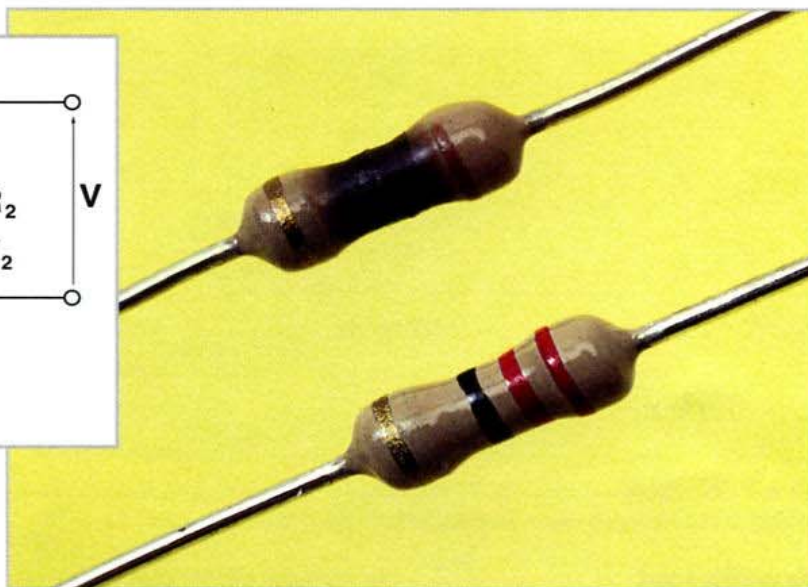
Si informano gli edicolanti della Lombardia e delle zone limitrofe che, per richieste urgenti di fascicoli e raccoglitori delle nostre opere, possono rivolgersi direttamente al nostro magazzino arretrati, via Cerca 4, località Zoate, Tribiano (MI), previa telefonata al numero 02-90634178 o fax al numero 02-90634194 per accertare la disponibilità del materiale prima del ritiro.

Costruisci il tuo LABORATORIO e pratica subito con L'ELETTRONICA

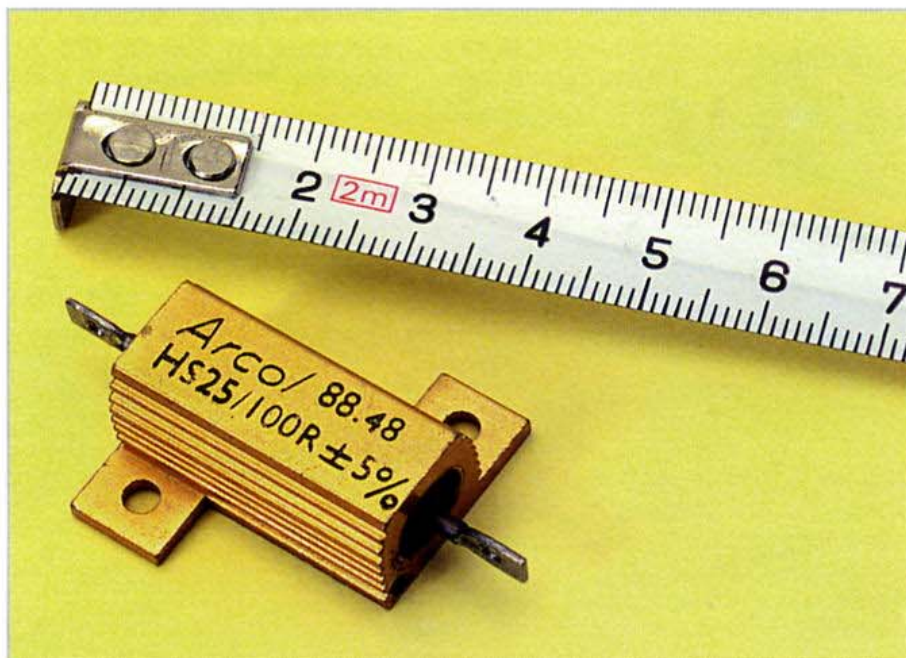
Controlla i componenti IN REGALO in questo fascicolo

4 Molle
100 cm. di Cavo marrone
1 Resistenza da 4K7, 5%, 1/4 W
1 Condensatore ceramico 1 nF
1 Condensatore ceramico 10 nF
1 Condensatore in poliestere da 100 nF
2 Resistenze da 100 K, 5%, 1/4 W
1 Condensatore ceramico da 22 nF
1 transistor BC558

In questo fascicolo vengono forniti cavi di connessione, molle e altri componenti per realizzare esperimenti.

La potenza elettrica

Calcolo della potenza consumata in due resistenze collegate in parallelo.

Se una resistenza assorbe più potenza di quanta ne possa dissipare, sicuramente si brucerà.

Calcoli

Quando si progetta un circuito, molte volte si confida nel ridotto consumo delle apparecchiature; le resistenze utilizzate dissipano, normalmente, 1/4 W, cioè 250 mW e raramente si supera questa potenza. Quando si deve scegliere una resistenza per un circuito, si deve tener conto, oltre che del suo valore ohmico, anche della potenza che dissiperà e della temperatura massima ambientale in cui lavorerà l'apparecchiatura. Quando decidiamo che la resistenza è una da 250 mW, questo valore sarà dato per una temperatura ambientale di circa 25°; per una temperatura ambientale maggiore – ad esempio di 60°, facilmente raggiungibile d'estate all'interno delle automobili – non si potrà dissipare tanta potenza, dato che il componente parte già da una temperatura molto alta. Come regola pratica si raccomanda di non superare il 50% della potenza massima, soprattutto se il circuito sarà utilizzato continuativamente. Pertanto, con resistenze da 250 mW, ci preoccuperemo di non superare i 125 mW di assorbimento.

Resistenza dotata di rivestimento metallico per favorire la dissipazione del calore; questo modello può dissipare 25 W.

La potenza elettrica

La potenza inutilizzata si converte in calore.

I circuiti elettrici assorbono energia e ne erogano una parte; la rimanente energia si converte in calore. Ci si avvantaggia di sempre maggior energia e le apparecchiature generano sempre meno calore, tuttavia, il calore prodotto, che sia poco o molto, deve essere dissipato per evitare che la temperatura dei componenti aumenti e pregiudichi il funzionamento dell'apparecchiatura oppure provochi qualche guasto.

L'inserimento dei radiatori facilita la dissipazione del calore.

Potenza consumata

La potenza consumata da un componente di un circuito si calcola moltiplicando la corrente che circola attraverso lo stesso componente per la tensione misurata tra i suoi terminali: P = V x I, dove P è la potenza, V la tensione e I l'intensità. Perché i calcoli siano corretti, la tensione verrà espressa in Volt, mentre la corrente verrà espressa in Ampère; il risultato sarà in Watt.

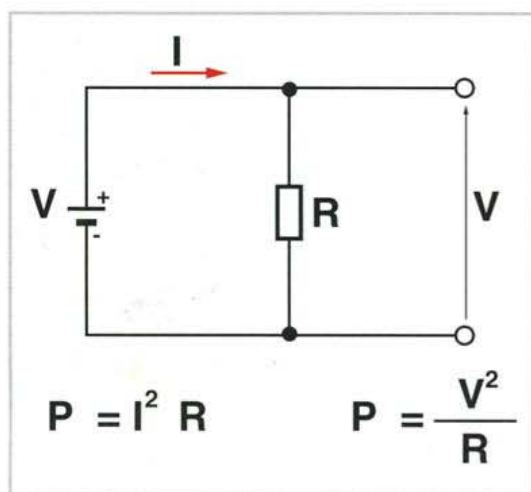
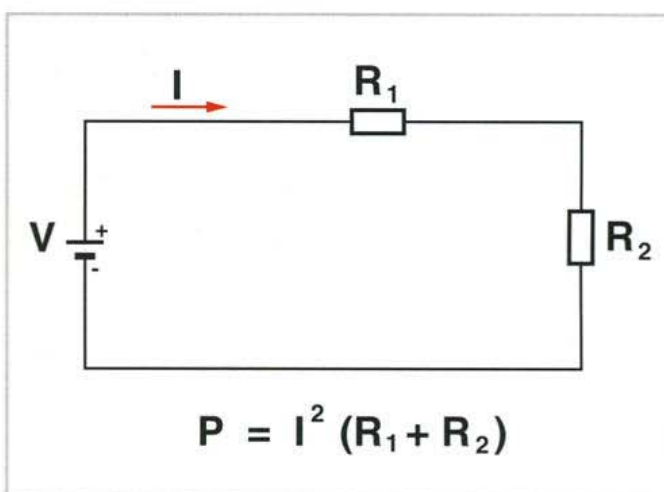
Unità

L'unità della potenza è il Watt, che si rappresenta con la lettera W. Questa unità esprime la potenza consumata che, normalmente, si trasforma in calore; ad esempio in una resistenza attraverso la quale circola una corrente di 1 A, dato che la differenza di potenziale tra i suoi terminali è di 1 Volt la potenza dissipata sarà di 1 Watt. L'utilizzo di multipli e sottomultipli è molto usuale; tra i più utilizzati c'è il kW, cioè 1.000 mW. In elettronica, però, si è soliti lavorare unità più ridotte; il milliWatt, mW, è la millesima parte di 1 Watt.

Microprocessore con dissipatore di calore e ventilatore.

Formule

Se partiamo dalla formula della potenza, P = V x I, e utilizziamo la legge di Ohm, V = I x P, possiamo sostituire la V della prima formula ottenendo così: $P = (I \times R) \times I = I^2 \times R$. Se ripetiamo l'operazione, ma sostituendo ora la I con la V si ottiene: $P = V \times (V/R) = V^2/R$.

La potenza elettrica

Calcolo della potenza consumata in una resistenza.

Potenza consumata in due resistenze collegate in serie.

Temperatura

Se un qualunque corpo, un'apparecchiatura o un singolo componente per esempio, non è in grado di dissipare tutta la potenza ricevuta, parte di questa si trasformerà in calore producendo un ulteriore aumento di temperatura.

Questo aumento, a sua volta, genera un ulteriore aumento di corrente che favorisce un nuovo aumento di calore e quindi se non si riesce a dissiparlo in maniera sufficientemente rapida, si può produrre un eccesso di temperatura che può causare danni molte volte irreversibili nell'apparecchiatura o nel singolo componente.

Il dissipatore

In elettronica uno dei modi più usuali per dissipare calore è l'utilizzo di un radiatore di calore, che, in pratica, consiste in un pezzo di metallo che si avvita al componente per assorbirne il calore e disperderlo nell'ambiente.

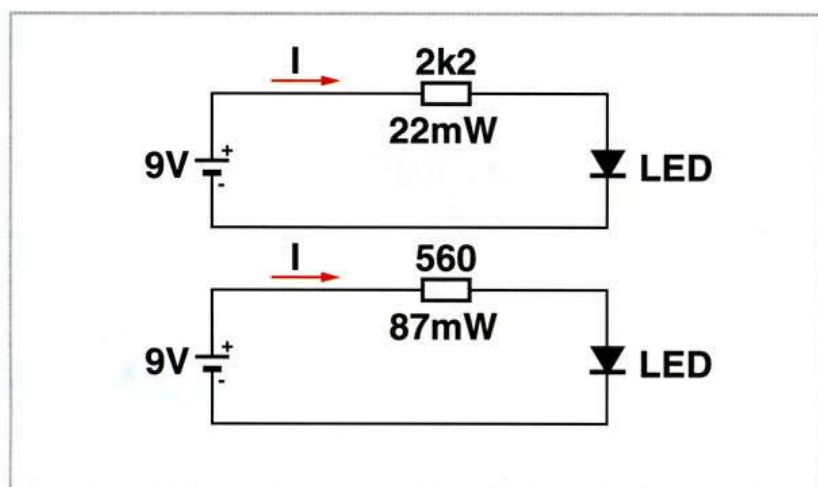
I radiatori hanno solitamente una grande superficie di dissipazione. Il calore prodotto può essere diviso in due parti; una genera l'aumento di temperatura nel componente, mentre l'altra la dissipa nell'ambiente circostante. Quest'ultima parte è minore rispetto alla prima, perché il componente è a temperatura ambiente, ma mentre si riscalda, aumenta il passaggio del calore dalla zona più calda – il componente – a quella meno calda – l'ambiente.

Legge di Joule

La quantità di calore Q, espressa in calorie, che si produce in una resistenza attraversata da una corrente I, durante un periodo di tempo t, espresso in secondi, è la seguente: $Q = R \times I^2 \times t \times 0,24$.

Questa espressione è la legge di Joule.

Molte apparecchiature dispongono di ventilatori al fine di forzare l'uscita dell'aria calda all'esterno.

La potenza elettrica

Esempi della potenza che due resistenze devono dissipare.

Ventilatori

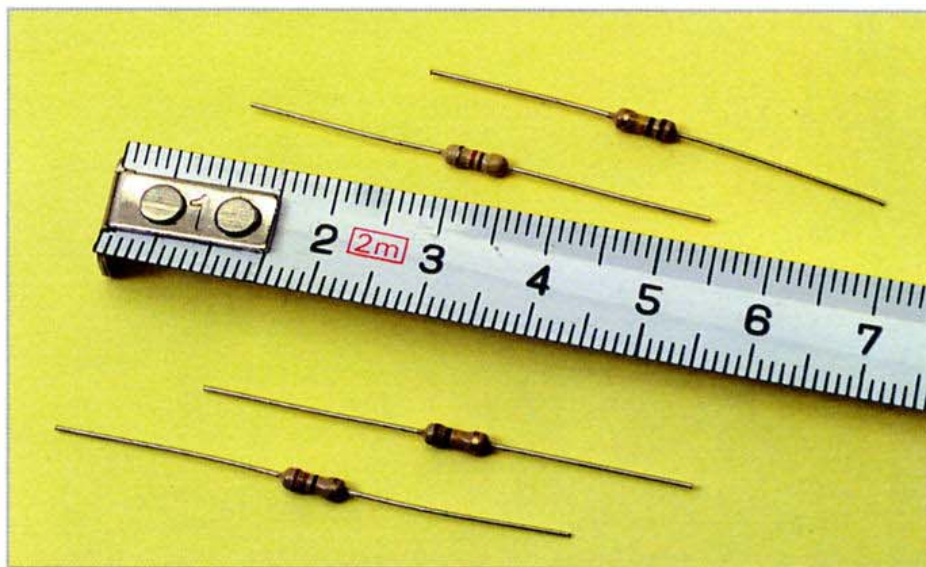
Si utilizzano per estrarre il calore, ma possono essere impiegati in diversi modi. Quello più semplice consiste nell'immettere aria fredda all'interno dell'apparecchiatura cosicché l'aria calda esca all'esterno. L'estrazione dell'aria calda dall'interno con la conseguente entrata nell'apparecchiatura dell'aria fredda esterna, è un altro metodo, che viene utilizzato anche per raffreddare direttamente i dissipatori dei semiconduttori.

Se apriamo un personal computer dell'ultima generazione, troveremo un ventilatore nell'alimentatore e un altro che ha il compito di raffreddare costantemente il dissipatore posto sul microprocessore. Normalmente i ventilatori che immettono aria fredda all'interno delle apparecchiature sono dotati di un filtro per bloccare la polvere; devono, inoltre, essere frequentemente puliti per evitare altresì che il filtro si ostruisca.

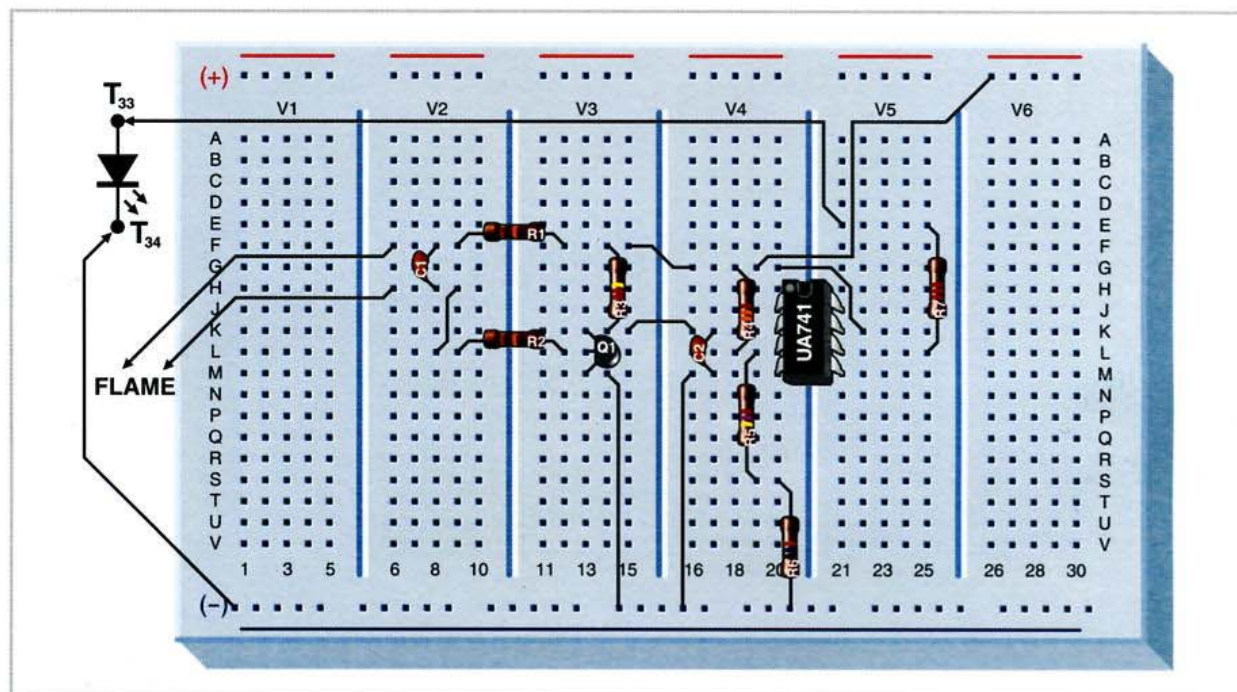
La targhetta con le caratteristiche

Le apparecchiature devono riportare il loro consumo; devono essere tutte dotate di una targhetta su cui oltre alla tensione d'utilizzo, viene indicato il consumo in Watt oppure la corrente assorbita, per permetterci facilmente di calcolarne la potenza. Questo dato è estremamente importante, perché offre l'opportunità di adeguare i materiali da utilizzare. Pensiamo a un'apparecchiatura che consuma 25 A; se vogliamo utilizzare un interruttore per collegarla e scollegarla, esso deve sopportare questa corrente. Sarebbe uno spreco usare lo stesso interruttore per un apparecchio che consuma soltanto poco più di 10 mA.

Esempi

Vogliamo verificare se la resistenza scelta per polarizzare un diodo LED ha la giusta potenza. La tensione della batteria è di 9 Volt e la resistenza scelta è di circa 560 Ω. Supponendo che la caduta di tensione ai capi del LED sia di circa 2 Volt, la resistenza avrà una tensione di circa 9–2 Volt, cioè 7 Volt. Se applichiamo la formula $P = V^2/R$ risulta $P = 7 \times 7/560 = 0{,}0875$ W, e cioè 87,5 mW; potremo, quindi, utilizzare una resistenza da 560 Ω, 1/4 W, dato che 1/4 W sono 250 mW.

Resistenze da 1/4 W, cioè da 250 mW.
Nei nostri esperimenti normalmente sono le più utilizzate.

Rilevatore di fiamma

Questo circuito permette di rilevare direttamente l'esistenza di una fiamma.

L'elettronica ci permette di realizzare un semplice circuito rilevatore di fiamma, che a seconda delle nostre esigenze, può avere molte applicazioni e può venire utilizzato, ad esempio, come allarme o, semplicemente, verificare quando è acceso lo scaldabagno, come indicatore della presenza di fiamma. Questo circuito, inoltre, può servire anche come sensore di umidità, rilevando l'umidità del terreno nel nostro giardino e, nel caso sia insufficiente, di annaffiarlo.

Il circuito

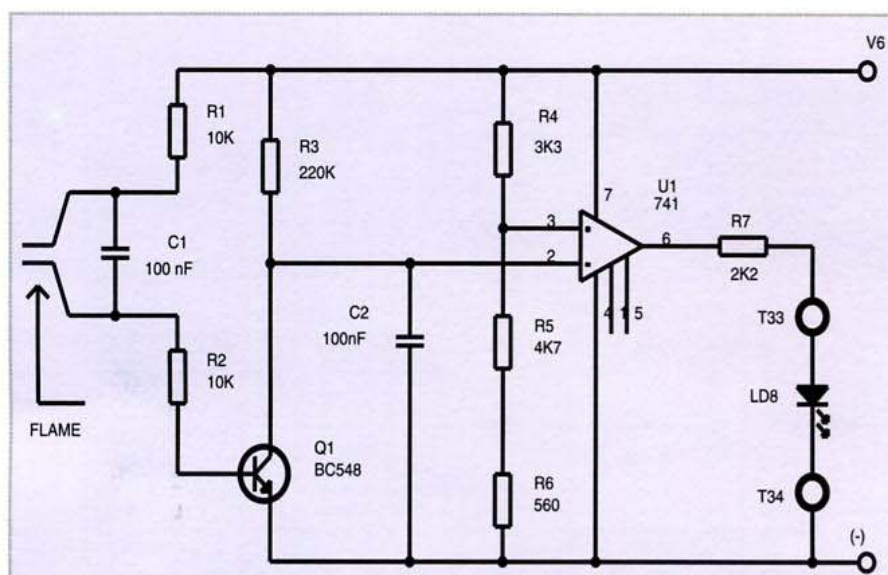
Il circuito, che è composto da due differenti sezioni, è alimentato a 9 Volt. Da un lato abbiamo il circuito sensore, o rilevatore di fiamma, e dall'altro un circuito comparatore. In stato di riposo, quando cioè non è presente la fiamma – o, se viene utilizzato come sensore dell'umidità nel terreno, se quest'ultimo è secco – il transistor non conduce: il condensatore C1, infatti, impedisce che la base venga polarizzata e quindi è interdetto.

La tensione nel collettore perciò sarà quella dell'alimentazione, applicata all'entrata negativa di U1. Questo circuito integrato è collegato per funzionare come comparatore: ha all'entrata non invertente una tensione fissa stabilita dal divisore composto da R4, R5 e R6 il cui valore sarà: 9(R5+R6)/(R4+R5+R6)= 5,53 Volt. Quando il transistor è interdetto, la tensione all'entrata invertente è maggiore di quella dell'entrata non invertente e l'uscita, essendo a basso livello, non fa illuminare il diodo LED. In presenza di fiamma, invece, il transistor condurrà e sul suo collettore apparirà una tensione inferiore ai 5,53 Volt dell'entrata non invertente; l'uscita sarà a livello alto e il diodo LED si illuminerà.

Il circuito rilevatore di fiamma

Come sensore si utilizzano due cavi intrecciati tra loro e con le punte spelate; le loro estremità saranno separate da circa 2 o 3 mm. Per quanto possa sembrare curioso, il principio naturale su cui si basa è quello della ionizzazione. Grazie ad esso è possibile far circolare una piccola corrente attraverso una fiamma. In tal modo si riesce a polarizzare il transistor e di conseguenza illuminare il diodo LED.

In presenza di una fiamma il LED si illumina

Rilevatore di fiamma

COMPONENTI	
R1,R2	10 K
R3	220 K
R4	3K3
R5	4K7
R6	560 Ω
R7	2K2
C1,C2	100 n F
Q1	BC548
U1	741
LED 8	

Rilevatore di umidità

Questo circuito può venire impiegato, come abbiamo già detto, anche per rilevare l'umidità nel terreno. L'effetto che rende possibile il rilevamento è la conduttività propria dell'acqua che consente il passaggio tra il terminale A e il terminale B di una debole corrente. Se il terreno è secco non si verifica la conduzione di corrente e il transistor non conduce. Se invece, con un terreno umido, tra gli estremi dei cavi di rilevamento circola una corrente, quest'ultima attiverà il BC548.

Esperimento

Con il circuito montato sulla piastra, esamineremo i due fili – che costituiscono il sensore – collegati ai terminali del condensatore C1. I fili sono intrecciati tra di loro ad eccezione degli ultimi 5 cm che lasceremo paralleli l'uno all'altro. Lasceremo allo scoperto, inoltre, i loro estremi per circa 2 cm. Se vorremo rilevare una fiamma, manterremo una separazione di 2 o 3 mm tra questi due estremi spelati, e faremo in modo che la fiamma lambisca le punte spelate: dopo pochi secondi vedremo che il circuito avrà rilevato la fiamma perché il diodo LED si sarà acceso. Se vogliamo rilevare l'umidità, per esempio in un vaso, introdurremo nella terra le due punte spelate ad una breve distanza. Possiamo provare a separarle di 1 cm, mantenendole sempre nel terriccio, e a introdurre dell'acqua. Se non la rilevano, avvicineremo un poco le punte.

Due cavi intrecciati e con le estremità spelate formeranno il circuito sensore.

Provatransistor NPN

Il circuito ci permetterà di verificare rapidamente se i transistor NPN funzionano correttamente.

Sul mercato esiste una moltitudine di apparecchiature finalizzate alla verifica di ogni tipo di componenti; il problema è che, in genere, sono piuttosto costosi. Perciò, per il fatto che il transistor è forse il componente più utilizzato in elettronica, conviene avere la possibilità di poter verificare i transistor, in questo caso gli NPN. Per provarli basterà collocarli direttamente in modo che i loro tre terminali coincidano con C, B ed. E del montaggio, rispettivamente collettore, base ed emettitore. Se il transistor è in buono stato, il diodo LED si illuminerà.

Il circuito

Osservando lo schema elettrico, ci rendiamo conto che il circuito, se non mettiamo il transistor da provare, non funziona perché il transistor PNP ha il collettore aperto; anche il LED e la resistenza sono scollegati. Il circuito conduce quando collochiamo un transistor NPN per verificarne lo stato.

Il transistor BC558 è montato come sorgente di corrente costante, di modo che attraverso il suo collettore circoli sempre la medesima corrente, indipendentemente dal transistor che stiamo provando. Questa condizione di indipendenza la si ottiene collegando tra base ed emettitore di Q1 due diodi che assicurano la perenne polarizzazione del transistor. La corrente costante del collettore è quella che abbiamo "iniettato" nella base del transistor da provare: se il transistor è in buono stato, circolando corrente attraverso il suo collettore il diodo LED si illumina.

Polarizzando la base, si verifica se c'è passaggio di corrente nel collettore.

Il transistor da provare

Il transistor che dobbiamo verificare è del tipo NPN. Se ne conosciamo bene i terminali – emettitore (E), base (B) e collettore (C) – non rimane altro da fare che inserirlo sui terminali chiamati nel medesimo modo. Il diodo LED si illuminerà perché lo abbiamo polarizzato come emettitore comune, introducendo attraverso la base una corrente costante. Potrebbe succedere che, non conoscendo i terminali, invece di inserirlo con i terminali nel modo corretto, lo si inserisca con i terminali al contrario. Anche in questo caso, il diodo LED si illuminerà perché queste due regioni sono di tipo N, anche se con minor intensità.

Provatransistor NPN

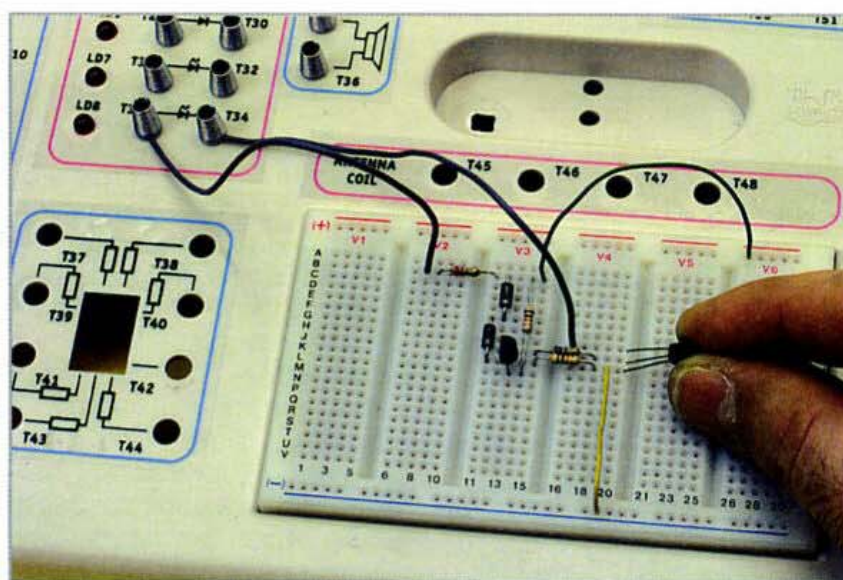
COMPONENTI	
R1,R2	10 K
R3	560 Ω
R4	2K2
D1,D2	1N4001
Q1	BC558
LED8	

Calcolo della corrente costante

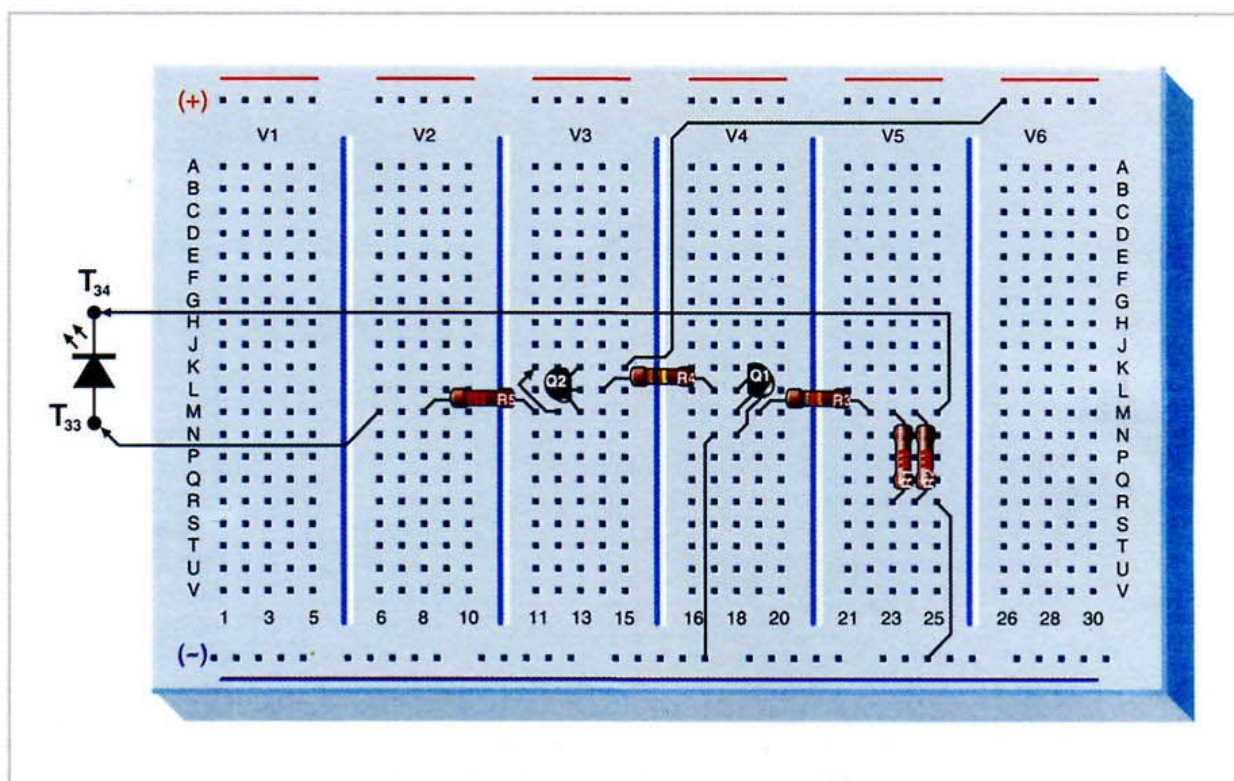
Analizzando attentamente il montaggio, vedremo che nella base di Q1 abbiamo due diodi in serie; la tensione di caduta sarà quindi di 1,2 Volt, di cui 0,6 Volt costituiranno la caduta di tensione fra base ed emettitore, mentre i rimanenti 0,6 nella resistenza R2. Quest'ultima regolerà la corrente restante che inietteremo alla base e il cui valore sarà dato da: I costante = 0,6/10K = 60µA. La suddetta corrente è sufficiente a far sì che il transistor conduca, il che sta a significare che sia con un piccolo pilotaggio in corrente che con uno alto, nel suo collettore ci sarà un passaggio di corrente sufficiente all'accensione del diodo LED.

Avviamento

Se colleghiamo all'alimentazione il circuito e non inseriamo nessun transistor da provare, il circuito non funziona, pur consumando pochissimi microampère circolanti tra i diodi ed R1. Se, adesso, introduciamo uno dei BC548 con ogni suo terminale al posto giusto, il diodo LED ce ne indicherà lo stato. Possiamo provare a collocarlo cambiando i terminali; non dobbiamo avere paura di distruggerlo: non succederà niente.

Bisogna procedere con molta precauzione se vogliamo cambiare i valori dei componenti del montaggio, perché se si diminuisce di molto il valore di R2, si distruggerà, molto probabilmente, il transistor che si sta provando, oltre al diodo LED, perché si supera il massimo livello di potenza dissipata.

Se il transistor è inserito correttamente nel provatransistor, il diodo LED ci indicherà direttamente lo stato.

Pulsante con memoria

L'alimentazione viene attivata dal pulsante.

Finora in elettronica digitale abbiamo lavorato con funzioni di memoria, ma non abbiamo nemmeno menzionato la possibilità di realizzarle con comuni componenti analogici. Nel circuito, uno dei transistor, Q2, agisce come un interruttore elettronico che nel caso di questo circuito sperimentale, controlla l'alimentazione di un diodo LED.

Il circuito

Il suo funzionamento è semplicissimo: da un lato abbiamo un circuito formato da un semplice diodo LED con la sua resistenza di polarizzazione e dall'altro il circuito di memoria propriamente detto, che funziona come un interruttore con memoria. Per realizzare questa funzione abbiamo due transistor ciascuno dei quali, logicamente, esegue una funzione differente. Il transistor Q1 è l'interruttore vero e proprio; lavora in saturazione, di conseguenza tra collettore ed emettitore esiste poca tensione; il carico, – il LED in questo caso – riceverà la sua corrente d'alimentazione attraverso R5. Da parte sua, il transistor Q2 effettua la funzione memoria propriamente detta, mantenendo attivo Q1 dopo aver fatto funzionare il circuito con una semplice pressione del pulsante. A sua volta, rimanendo alimentato, anche il LED alimenta la base del transistor Q1, di modo che si alimentano vicendevolmente fino a che il circuito non viene interrotto in qualche punto.

Il circuito si mantiene attivo da solo

Funzione di memoria per passaggio di corrente

Analizzando lo schema, possiamo vedere che abbiamo tre circuiti indipendenti collegati in serie, così da avere in comune la corrente che circola attraverso di essi. Da un lato il transistor fa da interruttore, mentre dall'altro, il circuito da controllare, composto dal diodo LED con la sua resistenza di polarizzazione R5, e infine Q2. All'inizio il circuito non ha alcun consumo e il diodo LED è spento. Quando lo attiviamo, interdicendo Q1, facciamo sì che passi corrente sufficiente alla polarizzazione di Q2, in modo da attivare automaticamente Q1 e far illuminare il diodo LED.

Pulsante con memoria

COMPONENTI	
R1,R2,R5	2K2
R4	100 K
R3	82 K
Q1	BC 548
Q2	BC 558
LED8	

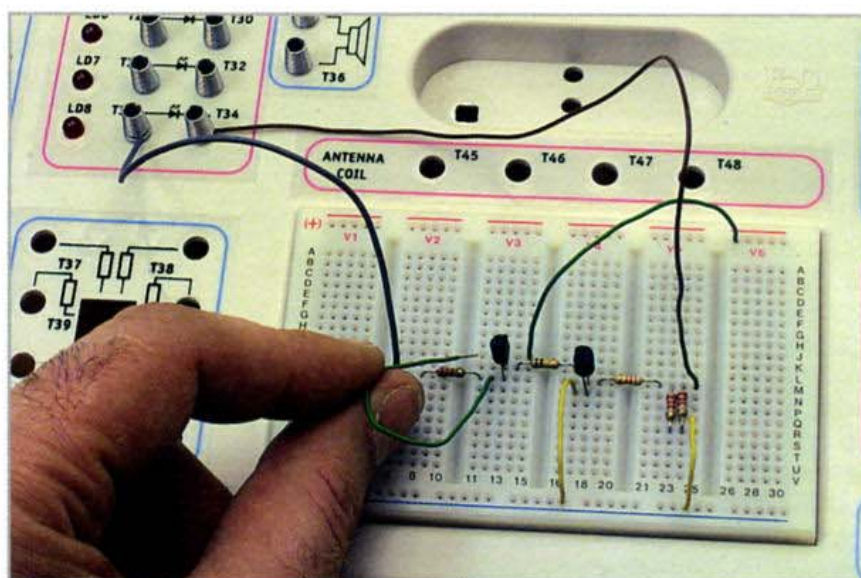
Avviamento

Con l'alimentazione e il diodo direttamente collegati, tutti i componenti vengono calcolati affinché, effettuando una sola pressione del pulsante, indicato nello schema come START, cortocircuiteremo per un attimo il collettore di Q2 con il suo emettitore, lo interdiciamo mediante Q1.

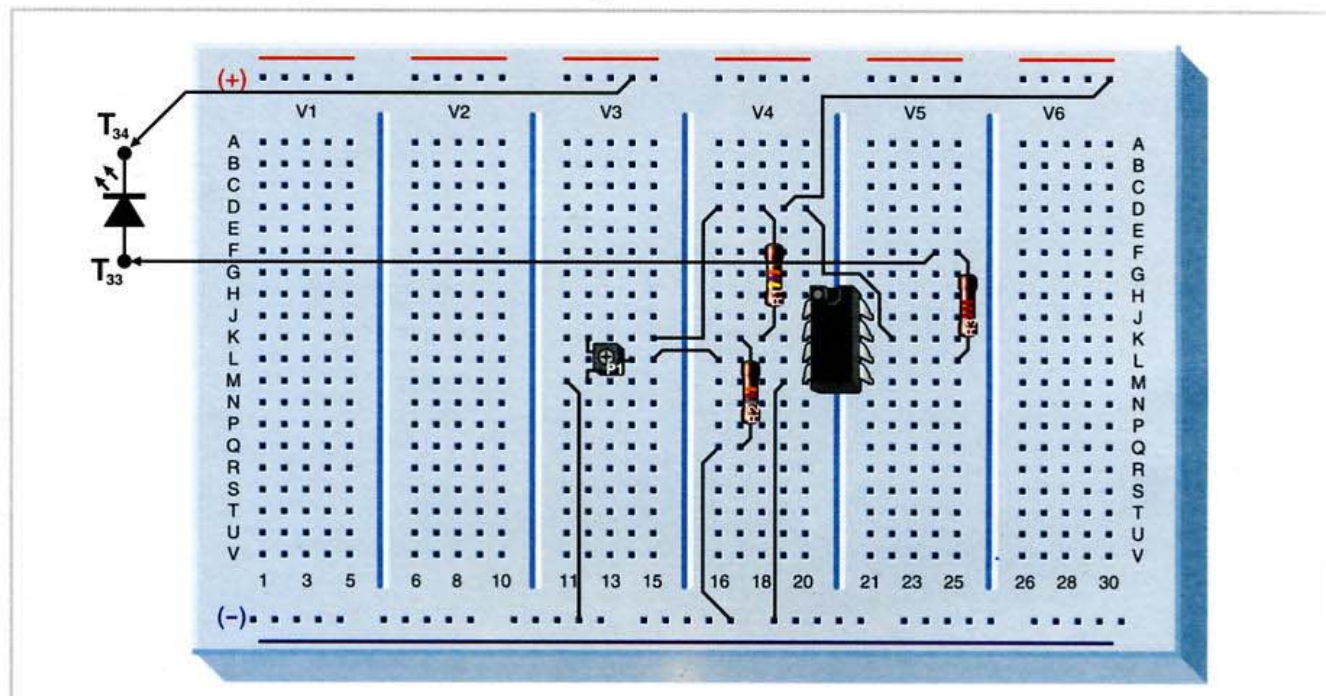
Il circuito ha le sue limitazioni, causate proprio dagli elementi utilizzati. Il BC558, infatti, è un transistor a bassa potenza, per cui non vi potremo far circolare una corrente molto elevata perché in tal caso lo distruggeremmo.

Ciò limiterà il consumo del circuito che volgliamo controllare a circa 110 mA, anche se in questo caso è molto minore.

Sperimentazione

Per verificare le possibilità offerte dal nostro montaggio, possiamo diminuirne il consumo; aumentando R5 a 47 K, il circuito, quando lo facciamo partire, non si attiva perché il consumo risulta inferiore alla corrente necessaria a Q2 per poter polarizzare Q1. In questo caso possiamo diminuire la resistenza di Q2 per cercare di fare in modo che quest'ultimo si attivi, anche se la ricerca del valore sarà un po' difficile.

Abbiamo bisogno di una corrente minima che garantisca l'attivazione di Q1.

Comparatore

L'uscita di questo comparatore può avere solo due valori possibili che sono approssimativamente i due valori (positivo e negativo) di alimentazione

Quando scende la sera, i lampioni delle nostre piazze e delle nostre strade si accendono automaticamente. Essi, tuttavia, non si accendono grazie a un temporizzatore che li attiva a una determinata ora, perché, in tal caso, si dovrebbe continuamente cambiare l'ora dell'accensione dato che le giornate sono più lunghe o più corte a seconda della stagione. In realtà, c'è un sensore che fornisce una tensione proporzionale al livello della luce, di modo che, conoscendo la tensione corrispondente alla notte, quando cioè vogliamo che si accenda, fissiamo questa tensione in un circuito che le confronti entrambe, accendendo il lampione quando una delle due supera l'altra. Questo confronto delle due tensioni e questa procedura su un circuito che attiva il lampione viene realizzato da un circuito comparatore. Per poter effettuare il confronto, una delle due tensioni deve essere fissata come riferimento; può essere quella dell'entrata invertente, o quella dell'entrata non invertente, dell'amplificatore operazionale.

Il circuito

Osservando il circuito, vediamo che esso non ha la resistenza di retroalimentazione tra l'uscita y e l'entrata: è la principale differenza che esso possiede rispetto a un amplificatore. Se stabiliamo che l'uscita a livello alto sarà: Vh = + 4,5 V e che l'uscita a livello basso sarà: Vl = – 4,5 V e che la tensione nel terminale positivo è: V+ e nel negativo è V, quindi, se

V + > V – uscita Vh e se

V – > V+ uscita Vl

Questo effetto viene prodotto perché, lavorando in un legame aperto, senza retroalimentazione tra entrata e uscita, il guadagno dell'operazionale montato come comparatore è teoricamente infinito.

L'uscita è positiva se la tensione all'entrata non invertente dell'amplificatore operazionale è superiore a quella dell'entrata invertente

Il montaggio

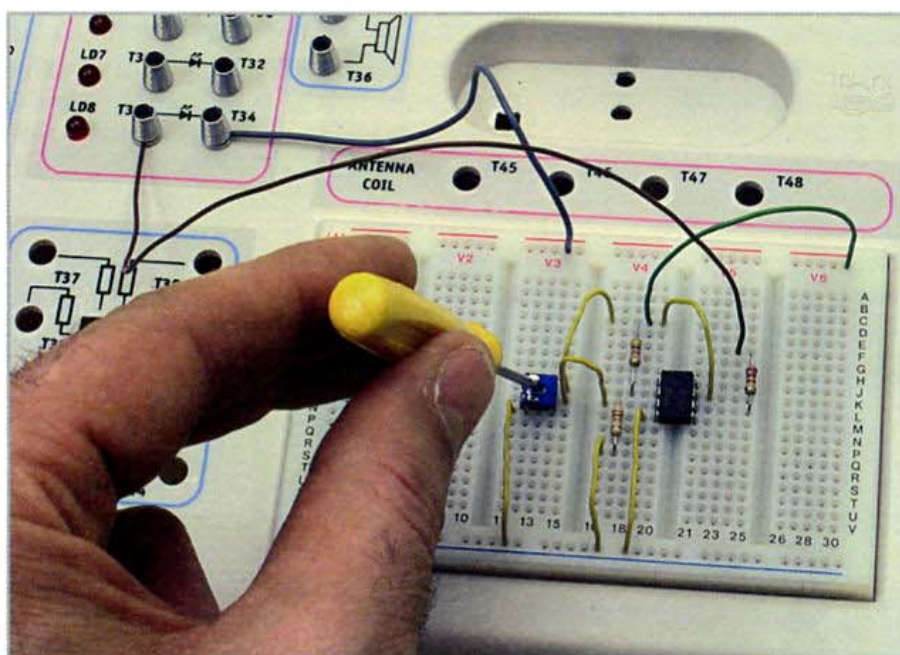
Il montaggio del circuito è semplicissimo perché il suo scopo è spiegare perfettamente il suo funzionamento dato che si utilizzerà in molti esperimenti. Bisogna avere la precauzione di collegare correttamente le alimentazioni dell'amplificatore operazionale. In questo esempio, si è montato un divisore di tensione per dare una tensione di riferimento all'entrata inver-

Comparatore

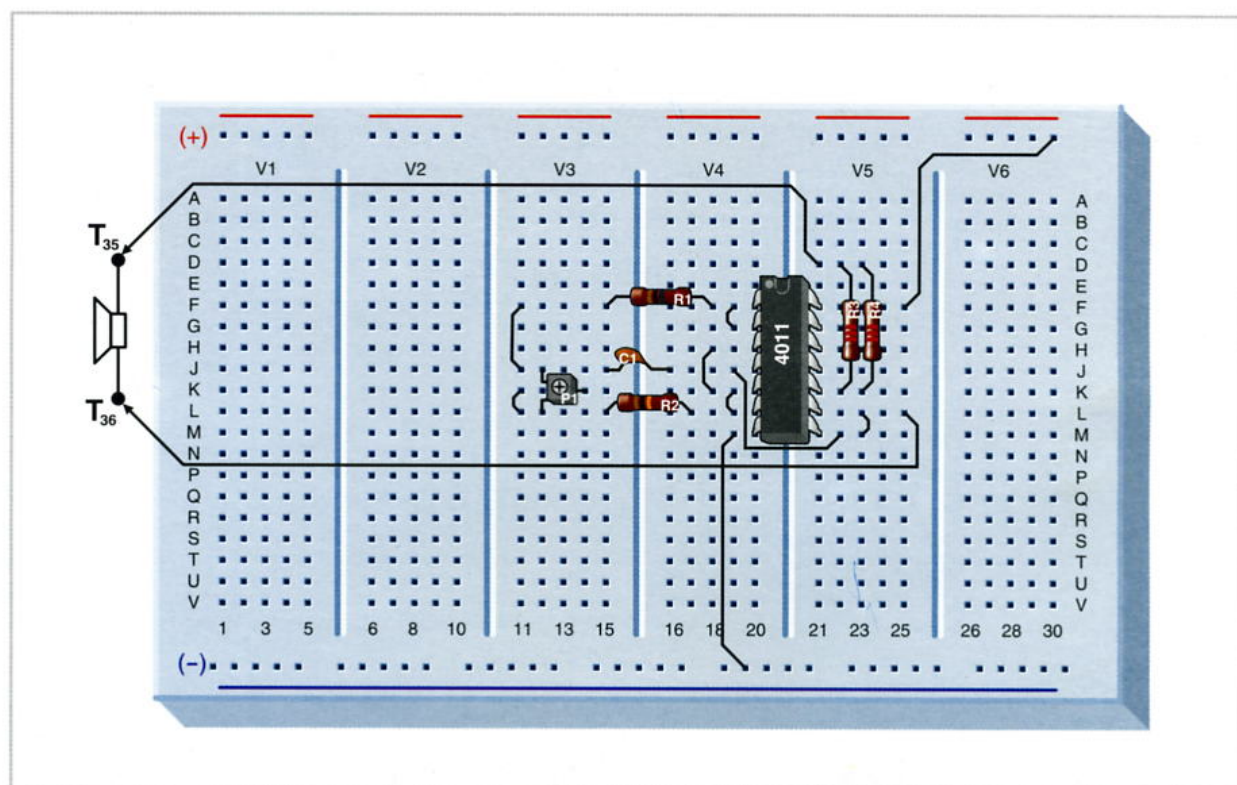
COMPONENTI	
R1	47 K
R2	82 K
R3	2K2
R7	100 K
U1	741
LED8	

tente dell'amplificatore operazionale; la possiamo facilmente calcolare: (82x9/(82+47))–4,5 = +1,22 Volt. All'altro terminale applichiamo la tensione d'entrata, che confrontata con quella di riferimento, applicata al terminale positivo produrrà un'uscita di basso livello se l'entrata sarà di 1,22 Volt, o di livello alto quando supererà questa tensione.

L'esperimento

Per provare il circuito inizieremo ruotando il potenziometro al minimo, di modo che nel terminale positivo dell'integrato avremo –4,5 Volt. In questo stato l'uscita sarà –4,5 Volt e, quindi, il diodo LED non si illumina. Cominciamo adesso a ruotere il potenziometro finché la tensione presente sul cursore supererà 1,22 Volt, e l'uscita di conseguenza incomincerà a variare verso un livello più alto; a partire da questa tensione il diodo LED si illuminerà. Possiamo anche invertire la tensione di riferimento e quella dell'entrata nei terminali dell'operazionale o cambiare la tensione di riferimento per vedere quello che succede. In realtà, il circuito viene utilizzato collegando al suo ingresso o "input" una tensione che proviene da un altro circuito, da un sensore a illuminazione per esempio. Per simulare la tensione, e al fine di osservarne il funzionamento, è stato utilizzato un potenziometro, grazie al quale possiamo ottenere una qualunque tensione continua compresa tra –4,5 Volt e +4,5 Volt.

Variando la tensione di ingresso, possiamo verificare che esiste un determinato livello d'entrata, il quale provoca il cambiamento dello stato di uscita.

Scaccia zanzare

Con i primi caldi inizia la lotta contro le zanzare.

Come tutti gli anni, quando iniziano i primi caldi appaiono le prime pubblicità dei dispositivi per eliminare uno degli inconvenienti dell'estate: le zanzare. Tra i molti finalizzati a combattere questi insetti, noi ci concentreremo su quelli elettronici che, in pratica, si basano sulla generazione di una frequenza altissima molto penetrante che regoleremo fino a che sia inavvertibile per l'orecchio umano.

Il principio

Il principio su cui si basa questo circuito è l'emissione di un segnale che ha una frequenza che risulta estremamente molesta per questi insetti. Alcuni studi su questi ultimi dimostrano che esiste una banda di frequenze particolarmente fastidiosa per le zanzare. Da qui è nato un circuito che genera un segnale elettrico che trasmesso all'altoparlante, genererà un segnale che allontanerà questi piccoli, ma noiosissimi insetti.

Il circuito

Il cuore del circuito è costituito da un oscillatore astabile con due porte NAND. Il segnale di uscita – terminale 4 – sarà un segnale con un ciclo di lavoro del 50%, poiché il segnale è per una metà del tempo in uno stadio alto e per l'altra metà in uno stadio basso. Nello schema si può vedere che l'altoparlante è connesso da un lato direttamente a un'uscita dell'oscillatore e dall'altro alla medesima uscita invertita.

I segnali acuti infastidiscono le zanzare

Regolazione della frequenza

Con i componenti del circuito, avremo un segnale di uscita che potrà variare dai 3,5 KHz – quando il potenziometro è alla sua massima potenza – ai 40 KHz – quando il potenziometro, invece, è a zero. Questi valori sono teorici e possono cambiare di molto a seconda della tolleranza dei componenti. Non c'è una frequenza "fissa" che scacci direttamente gli insetti, per cui regoleremo il potenziometro sul suo primo quarto di percorso, in maniera tale da raggiungere una frequenza d'uscita abbastanza alta. Per verificarne il corretto funzionamento, possiamo regolare il potenziometro sul suo massi-

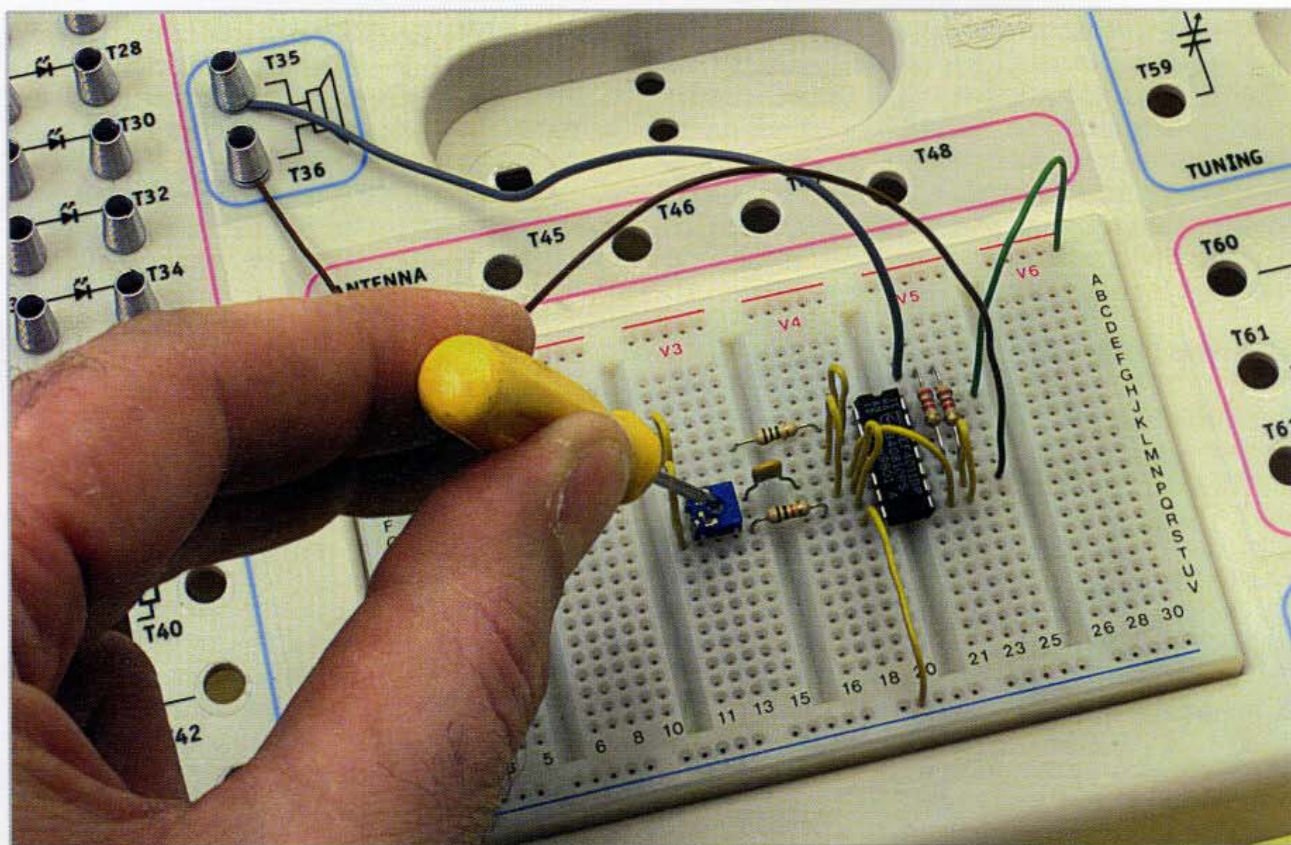
Scaccia zanzare

COMPONENTI	
R1	1 M
R2	10 K
R3,R4	2K2
P1	100 K
C1	2,2 nF
U1	4011
ALTOPARLANTE	

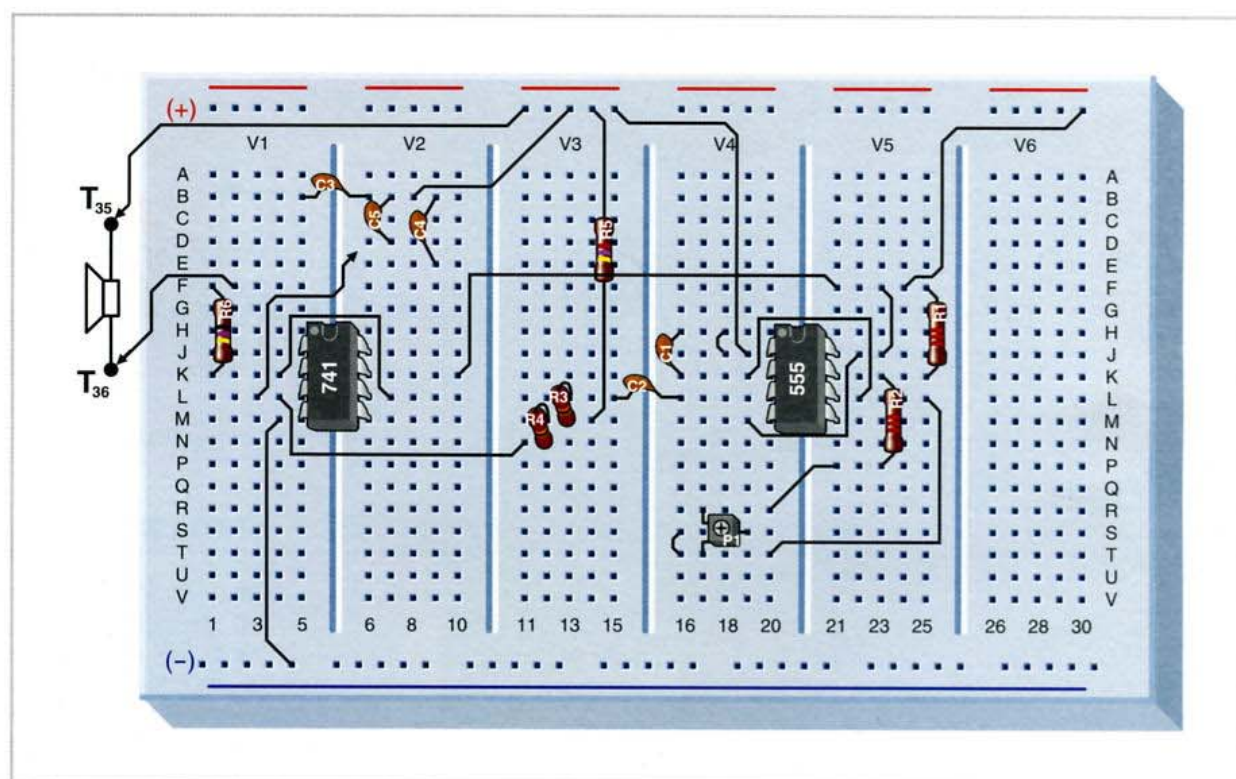
mo valore: vedremo come il segnale in uscita diventi sempre più acuto, fino a diventare inudibile alle alte frequenze, che l'orecchio umano non avverte, ma che sono fastidiose per le zanzare.

Avviamento

Il circuito si alimenta a 9 Volt; dato che il suo consumo è relativamente basso, avrà anche abbastanza autonomia. Collocare l'altoparlante orientato verso uno spazio aperto è importante: in questo modo il suono può espandersi senza venire attenuato da ostacoli e si diffonderà per tutto il perimetro che vogliamo proteggere.

Direzionare l'altoparlante contro una parete non comporta nessun problema, sempre che le onde possano rimbalzare, ma in questo modo si perde in intensità ed efficacia.

Grazie a un potenziometro, si regola la frequenza fino alla scomparsa delle zanzare.

Filtro passa basso attivo

Questo filtro attenua le frequenze vicine che non sono comprese in un determinato valore.

Nel nostro caso studieremo i filtri passa basso, quelli, cioè, che lasciano passare i segnali di bassa frequenza fino a un determinato valore, a partire dal quale i segnali iniziano ad attenuarsi fino a scomparire. La banda di passaggio è il margine di frequenze che possono passare attraverso un filtro.

Risposta di un passa basso

Proprio come dice il suo nome, un filtro passa basso è un circuito che lascia passare le basse frequenze, attenuando i rimanenti segnali di maggior frequenza. In un filtro di questo tipo, si considera banda di passaggio il margine di frequenze che va da 0 Hz – dove l'attenuazione teorica è 0 – fino a quella che chiamiamo frequenza di taglio, che è quella frequenza per cui il segnale di uscita diminuisce del 70% rispetto a quello di entrata. A partire da questa frequenza si entra nella banda attenuata, in cui l'attenuazione cresce sempre più proporzionalmente all'aumento della frequenza, fino ad essere così alta da annullare, in pratica, il segnale di entrata.

Una RC determina la frequenza a cui un segnale inizia ad attenuarsi

Calcolo della frequenza di taglio

Questa frequenza è quella che caratterizza un filtro, perché definisce la banda di frequenze la cui ampiezza vogliamo non venga attenuata. La possiamo facilmente calcolare applicando una formula in cui verranno inseriti i diversi componenti: resistenza e condensatore. La formula, perciò, sarà: $fc = 1/2\pi R4Cx$, dove Cx, nel nostro caso, è uno qualsiasi dei condensatori C3, C4 o C5. Il valore della frequenza è espresso in Hertz, per cui dovremo esprimere la capacità in Farad.

Il montaggio

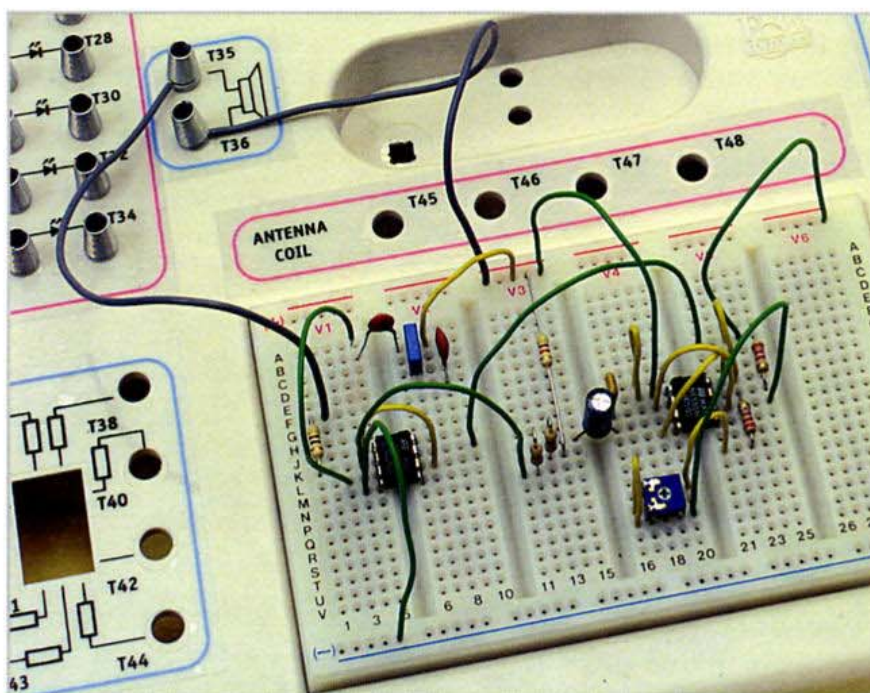
Il filtro base è passivo; non avremo mai, quindi, amplificazione, ma attenuazione. Per migliorare il filtro abbiamo incorporato all'uscita uno stadio separatore attivo, perché avendo un'alta impedenza di entrata, non influenzi la risposta del filtro; così, per verificarne il funzionamento, possiamo collegare direttamente un altoparlante. Tutto questo sarebbe impossibile se

Filtro passa basso attivo

COMPONENTI	
R1,R2	2K2
R3,R4	10 K
R5	4K7
R6	47
P1	100 K
C1	2,2 nF
C2	22 µF
C3	1 nF
C4	10 nF
C5	100 nF
U1	555
U2	741
ALTOPARLANTE	

lo mettessimo direttamente all'uscita del filtro, perché, non avendo un adattamento per l'impedenza, non funzionerebbe come filtro. Abbiamo alimentato simmetricamente il suddetto stadio con ± 4,5 Volt, così da poterlo far lavorare con ogni tipo di segnale. Per verificare l'effetto prodotto dai filtri, colleghiamo all'entrata un circuito astabile con 555 di frequenza variabile e alimentato a 4,5 Volt.

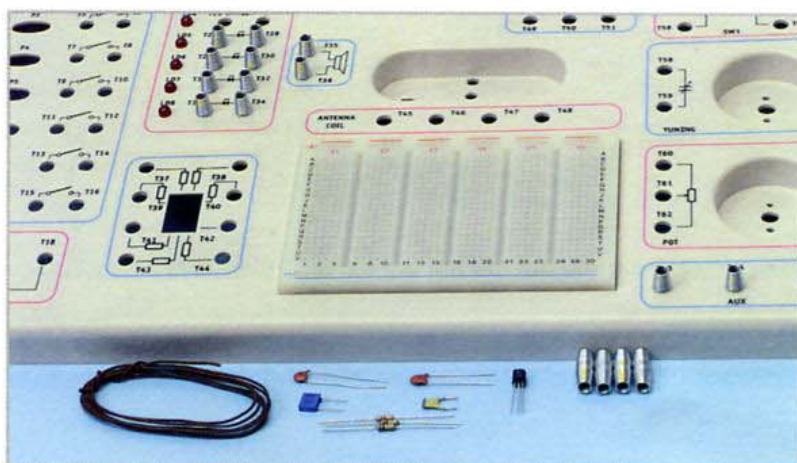
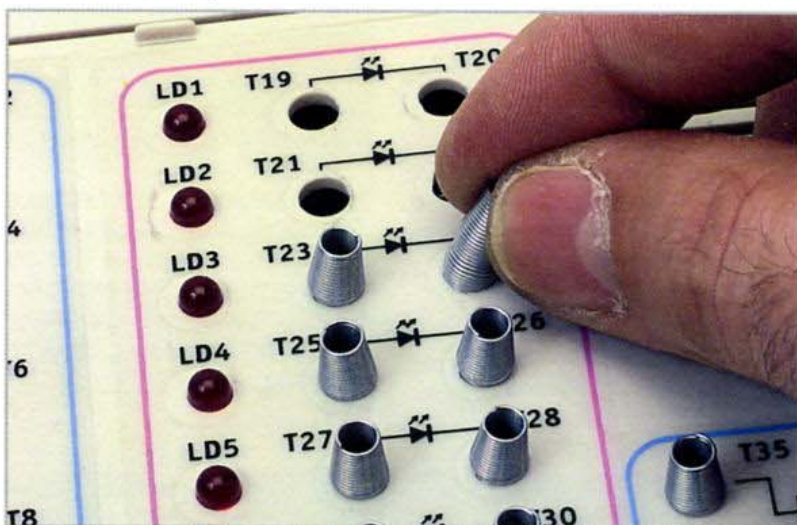
L'esperimento

Per iniziare, collegheremo all'alimentazione il circuito e uniremo T1 e T2. Con questo avremo una frequenza di taglio di circa 16 KHz. Perciò, variando P1, avremo un buon margine di frequenze – da 0 a16 KHz – tuttavia alla massima frequenza di taglio e cioè a 16 KHz, potremo apprezzare poco l'attenuazione, che inizieremo a notare man mano scendiamo verso frequenze più basse. Se ora sostituiamo il condensatore, unendo T1 con T3, quando ruotiamo P1, possiamo osservare che l'attenuazione si presenta molto prima, perché la frequenza di taglio si riduce a 160 Hz. Per comprendere rapidamente l'effetto del "filtraggio" del segnale mediante un passa basso, possiamo inserire un qualunque altro condensatore, calcolare la frequenza di taglio e ruotare P1 per verificare l'effetto della sostituzione.

A seconda di quale condensatore selezioniamo, otterremo tre differenti frequenze di taglio.

Consigli e trucchi (II)

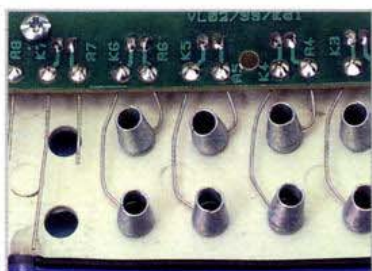
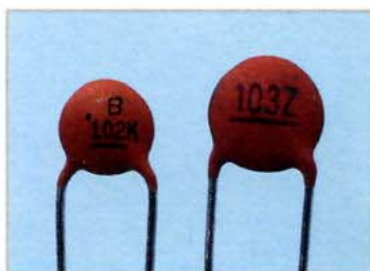
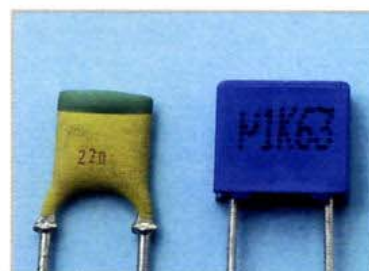
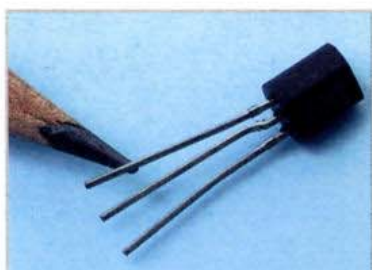
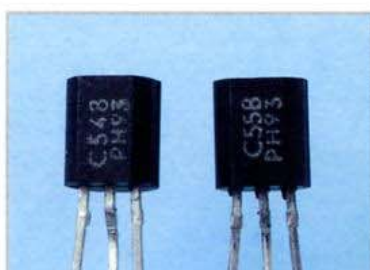
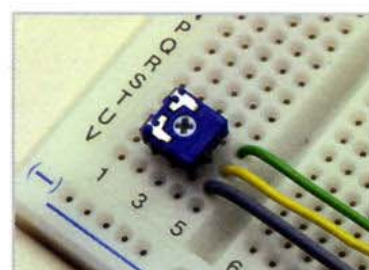
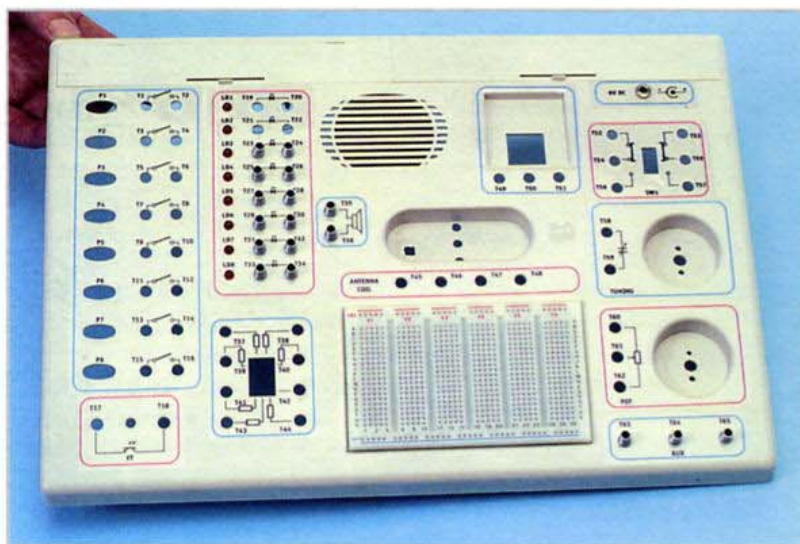
Continuiamo con il montaggio del nostro laboratorio e cerchiamo di eliminare possibili dubbi.

MATERIALI

1. **Molle**
2. **Cavo marrone**

1 Si aggiungono 4 molle per poter collegare i diodi LED 3 e 4 e si fornisce un cavo per preparare 4 cavi marroni di connessione da 25 cm.

2 Le molle verranno inserite nei punti di connessione numerati da T23 a T26; come d'abitudine si inseriscono dall'esterno, tirandole poi dall'interno.

Trucchi

I condensatori di piccole dimensioni possono venire identificati in diversi modi; in alcuni casi appare su di essi: 10n, 2n2 o 22n che indica la capacità in nanoFarad. Altre volte appare 104, 103 o 102: in questo caso la capacità viene espressa in picoFarad; l'ultima cifra indica il numero di zeri che deve essere aggiunto alle prime due cifre. Per calcolare il valore in nanoFarad si divide la cifra ottenuta per mille. Per esempio, 103 è uguale a 10.000 pF che equivale a 10 nF. A volte si utilizza anche µ1 che vuol dire 0,1 µF, oppure, che è la stessa cosa, 100 nF.

Consigli e trucchi (II)

3 Le connessioni dei LED 3 e 4 vanno portate alle loro corrispondenti molle in maniera tale che ciascuna rimanga separata dalle altre.

4 Primo piano dei condensatori con dielettrico in ceramica da 10 nF (103) e da 1 nF (102).

5 Condensatori da 100 nF (µ1) con dielettrico in poliestere e da 22 nF (22n) con dielettrico in ceramica.

6 I transistor NPN BC548 e PNP BC558 hanno i terminali disposti nel medesimo modo. Nella fotografia si vede benissimo il terminale del collettore; la base è quello centrale.

7 I transistor BC548 e BC558 non sono intercambiabili, anche se hanno capsule uguali e si differenziano soltanto per una cifra. Uno è del tipo NPN, mentre l'altro è del tipo PNP.

8 Il potenziometro (trimmer) di regolazione deve essere inserito proprio come in fotografia, per avere così le connessioni dei suoi terminali indipendenti.

9 Il laboratorio settimana dopo settimana va completandosi; inoltre aumentano anche i componenti e i cavi per le connessioni.